

Sistem Penunjang Keputusan Penjadual Proses Produksi Industri Jamu Berdasarkan *Good Manufacturing Practices* (GMP)¹

Oleh

Dr. Ir. Rakhma Oktavina, M.T. dan Dr. Retno Maharesi, SSI, MEng.²

Proses perencanaan aktivitas dalam proses produksi khususnya yang mengakomodasi standard *Good Manufacturing Practices* (GMP) atau Cara Pembuatan Obat tradisional yang Baik (CPOTB) yang selama ini dilakukan oleh perusahaan jamu di Indonesia masih kurang optimal dan secara manual. Pengetahuan manajerial dari pakar di bidang produksi industri jamu belum dikembangkan secara optimal mengikuti perkembangan pengetahuan khususnya di bidang pengelolaan proyek sehingga hasil analisisnya meleset jauh dari kenyataan.

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perangkat lunak sistem penunjang keputusan penjadualan produksi jamu berdasarkan CPOTB. Tahap pertama (tahun pertama) bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi tahapan proses produksi jamu yang baik sesuai standar CPOTB.
2. Mengidentifikasi dan mengumpulkan data mengenai proses produksi, nama aktivitas dan durasinya untuk setiap jenis jamu, dan informasi lain yang diperlukan dari bagian arsip di beberapa perusahaan jamu yang telah memenuhi standar CPOTB pada proses produksinya.
3. Membuat algoritma sistem penunjang keputusan penjadualan proses produksi industri jamu yang memenuhi standar CPOTB dalam bentuk analisis jaringan.
4. Merancang model base sistem penunjang keputusan penjadualan produksi jamu yang memenuhi standar CPOTB secara konseptual untuk mempermudah proses implementasi dari perancangan perangkat lunak tersebut
5. Membuat data base yang berisi informasi relevan yang berkaitan dengan prosedur sertifikasi standar CPOTB.

1) Penelitian dibiayai melalui Hibah Bersaing, tahun anggaran 2011, Rp.31.500.000,-

2) Dosen Program Studi Teknik Industri dan Ilmu Komputer Universitas Gunadarma.

Hingga saat ini, dari ribuan industri jamu mulai dari skala kecil hingga besar, baru 32 perusahaan yang memiliki sertifikat CPOTB (Kementerian Kesehatan, 2011). Padahal sertifikasi Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB) merupakan standardisasi yang disepakati dalam pelaksanaan CAFTA, sehingga bebas masuk ke pasar negara-negara di ASEAN dan China.

Proses sertifikasi CPOTB bukan suatu hal yang mudah bagi suatu perusahaan, sehingga perlu memperhatikan beberapa hal diantaranya adanya komitmen pemilik perusahaan, manajemen dan karyawan. Komitmen merupakan hal yang paling utama, karena dalam menerapkan CPOTB di butuhkan sumber daya terutama finansial yang cukup besar., khususnya pada bagian proses produksi.

Perkembangan teknologi komputer pada saat ini telah mampu melakukan proses komputasi untuk teknik analisis di bidang perancangan proses produksi yang sering kali melibatkan banyak variabel dan basis data berukuran besar. Hal ini mendukung pembuatan program aplikasi yang dapat meringankan pekerjaan komputasi pada analisis pilot proyek proses industri. Untuk itu, perancangan perangkat lunak yang dapat mengolah data yang secara otomatis dapat menghasilkan informasi yang dibutuhkan perusahaan jamu untuk dapat melakukan perencanaan proses produksi yang sesuai dengan standar CPOTB, serta dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan jamu dalam mempersiapkan proses sertifikasi CPOTB.

Pemanfaatan perangkat lunak sistem penunjang keputusan penjadualan produksi jamu dalam evaluasi diri perusahaan jamu pra sertifikasi diharapkan dapat menambah jumlah perusahaan jamu yang tersertifikasi di Indonesia. Kondisi tersebut berarti juga meningkatkan volume penjualan jamu terutama untuk ekspor, sehingga pada akhirnya dapat meningkatkan penerimaan devisa negara Indonesia.

Di sisi lain, karena perangkat lunak yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan konsultasi perusahaan jamu yang akan melakukan proses sertifikasi CPOTB yang diselenggarakan oleh BPOM Kementerian Kesehatan. Untuk melindungi hasil rancangan perangkat lunak oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab perlu dilakukan pendaftaran sebagai Hak Kekayaan Intelektual (Haki).

Penelitian ini dilaksanakan dengan dukungan penuh dari seluruh civitas akademika Universitas Gunadarma. Lembaga Penelitian Universitas Gunadarma memberikan dukungan dalam pelaksanaan survey dan konsultasi pakar melalui penerbitan surat pengantar survey. Universitas Gunadarma juga menyediakan fasilitas ruang rapat, ruang kerja lengkap dengan komputer dan printer, serta fasilitas jaringan internet. Sebanyak tiga orang mahasiswa juga terlibat dalam penelitian ini (nama, NIM, dan judul tugas akhir dapat dilihat pada lampiran 1).

Hasil penelitian pada tahun pertama sedang dalam proses review untuk dipublikasikan pada jurnal yang terakreditasi. Judul artikel dan nama jurnal yang dituju dapat dilihat pada lampiran 2.

Lampiran 1 Daftar mahasiswa yang terlibat dalam penelitian

Nama	NIM	Judul Tugas Akhir
Iffah Mawaddatunissa	31408024	Analisis Jaringan Proses Produksi Jamu Kaplet
Gerard Partogi	30406328	Analisis Penjadualan Proses Produksi Jamu Serbuk
Handoyo Eko W	30406328	Analisis Penjadualan Proses Pada Produksi Jamu Cair

Lampiran 2 Draft Publikasi Hasil Penelitian

Model Analisis Jaringan Pada Penjadwalan Proses Produksi Jamu Sesuai Standar Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (CPOTB)

Rakhma Oktavina dan Retno Maharesi

oktavina@staff.gunadarma.ac.id, retnomhs@yahoo.com

Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100 Pondok Cina Depok

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi tahapan proses produksi jamu yang baik sesuai standar CPOTB, (2) mengidentifikasi dan mengumpulkan data mengenai proses produksi, jenis aktivitas, dan informasi lain yang diperlukan dari bagian arsip di beberapa perusahaan jamu yang telah memenuhi standar Cara Produksi Obat Tradisional yang Baik (CPOTB) pada proses produksinya, (3) membuat algoritma penjadwalan proses produksi industri jamu yang memenuhi standar CPOTB dalam bentuk jaringan kerja. Tahap pertama penelitian adalah analisis kebutuhan, proses pengumpulan data mengenai proses produksi jamu, jenis aktivitas beserta durasinya, jumlah tenaga kerja dan biaya yang diperlukan, tempat kegiatan dijalankan, dan data-data lain didapat dari bagian produksi di beberapa perusahaan jamu yang telah memenuhi standar CPOTB pada proses produksinya, proses pengolahan data menggunakan teknik statistik deskriptif dan analisis jaringan, dan tahap yang terakhir adalah perancangan model algoritma sistem penunjang keputusan penjadwalan proses produksi industri jamu yang memenuhi standar CPOTB dilakukan dengan menggunakan teknik analisis jaringan kerja (network analysis) yang menggabungkan teknik Project Evaluation and Review Technique (PERT) dan Critical Path Method (CPM). Hasil penelitian terhadap jamu kaplet menunjukkan bahwa tahapan proses mutu, dimulai dari persiapan simplisia (bahan baku jamu) hingga proses pengepakan (packing). Implementasi model dilakukan dengan memasukkan input data yang bersifat variabel berupa waktu proses, jumlah sumber daya, dan biaya per aktivitas kegiatan untuk diproses menjadi informasi mengenai distribusi dan total waktu, sumber daya, dan biaya, untuk dijadikan dasar pertimbangan bagi perusahaan yang bermaksud melakukan sertifikasi COPTB.

Kata Kunci : CPOTB, jamu, analisis jaringan

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kesepakatan antar negara ASEAN dan China yang disebut sebagai harmonisasi ASEAN mensyaratkan produsen jamu yang ingin melakukan ekspor negara lain harus memiliki sertifikat keamanan seperti Good Traditional Medicine Manufacturing Practices(CPOTB) atau cara pembuatan obat tradisional yang baik (CPOTB). Hingga

saat ini, dari ribuan industri jamu di Indonesia mulai dari skala kecil hingga besar, baru 32 perusahaan yang memiliki sertifikat CPOTB (Kementerian Kesehatan, 2011).

Sejalan dengan strategi penerapan CPOTB, bukan suatu hal yang mudah ketika suatu industri akan menerapkan CPOTB, sehingga perlu memperhatikan beberapa hal diantaranya adanya komitmen pemilik perusahaan, manajemen dan karyawan. Komitmen merupakan hal yang paling utama, karena dalam merapkan CPOTB di butuhkan sumber daya terutama finansial yang cukup besar., khususnya pada bagian proses produksi.

Pemilihan standar referensi penerapan CPOTB yang mempertimbangkan kondisi perusahaan dapat dijadikan dasar penentuan jadual produksi yang efisien. Selanjutnya, sebagai alat penunjang pengambilan keputusan yang tepat, perusahaan dapat memanfaatkan perkembangan bidang teknologi komputer, khususnya dengan menggunakan aplikasi perencanaan proyek yang berkaitan dengan proses produksi yang mengimplementasikan CPOTB. Oleh karena sistem produksi dengan standar CPOTB belum pernah dijalankan, maka digunakan istilah pilot proyek. Sehingga alat analisis untuk menilai kelayakan sistem produksi tersebut dapat dilakukan menggunakan tool manajemen proyek. Diharapkan, para stake holder industri jamu terkait dapat memutuskan apakah pilot proyek yang direncanakan dan dibangunnya nantinya dapat dieksekusi, dikontrol pelaksanaannya dan akhirnya diputuskan apakah pilot proyek produksi jamu dengan standar CPOTB tersebut dapat dijadikan prosedur standar operasional produksi jamu di pabriknya.

Seringkali proses pengambilan keputusan yang berhubungan dengan pengapdosian sistem yang baru, dalam hal ini sistem produksi yang memenuhi standar CPOTB, belum dilakukan secara optimal. Ketidak optimalan ini karena belum tersedianya prosedur analisis yang efisien, khususnya yang berkaitan dengan proses produksi yang memenuhi standar proses produksi yang baik. Untuk itu perlu dibangun model penjadualan proses produksi jamu yang berdasarkan standar CPOTB

Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan dalam tiga tahap, dimana masing-masing tahap merupakan suatu rangkaian proses pembuatan perangkat lunak yang berkelanjutan. Diharapkan pada setiap tahap mencapai hasil yang memuaskan sehingga pada tahap akhir diperoleh produk perangkat lunak yang betul-betul dapat membantu pekerjaan penentuan jadual kegiatan semua aktivitas yang terdapat dalam proses produksi jamu yang sesuai dengan standar CPOTB. Berikut ini tujuan dari masing-masing tahap.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi tahapan proses produksi jamu yang baik sesuai standar CPOTB.
2. Mengidentifikasi dan mengumpulkan data mengenai proses produksi dan aktivitas dan durasinya, jumlah tenaga kerja dan biaya yang diperlukan, tempat kegiatan dijalankan, dan informasi lain yang diperlukan dari bagian arsip di beberapa perusahaan jamu yang telah memenuhi standar CPOTB pada proses produksinya.
3. Membuat algoritma penjadualan proses produksi industri jamu yang memenuhi standar CPOTB dalam bentuk analisis jaringan kerja.

II. KAJIAN TEORITIS

Pada industri agro terutama yang merupakan industri pangan, hasil proses produksi banyak ditemui masalah yang berkaitan dengan penyakit yang timbul disebabkan karena makanan, obat-obatan, kosmetik dan peralatan medis (medical devices) yang menimbulkan

ancaman bagi keselamatan dan kesehatan konsumennya. Salah satu penyebab dari permasalahan di atas disebabkan oleh adanya kontaminasi dalam proses produksi dari produk-produk tersebut. Salah satu program dari pemerintah Indonesia adalah mensyaratkan bagi industri-industri di atas untuk menerapkan GTMMP (Good Traditional Medicine Manufacturing Practices) atau CPOTB (Cara Produksi Obat Tradisional yang Baik) (<http://soegeng.wordpress.com>., 2009).

Salah satu produk agro yang mensyaratkan sertifikat CPOTB dalam perdagangan internasionalnya adalah jamu. Jamu adalah sebutan untuk obat tradisional dari Indonesia. Belakangan populer dengan sebutan herba atau herbal. Jamu dibuat dari bahan-bahan alami, berupa bagian dari tumbuhan seperti rimpang (akar-akaran), daun-daunan dan kulit batang, buah. Ada juga menggunakan bahan dari tubuh hewan, seperti empedu kambing atau tangkur buaya. Jamu biasanya terasa pahit sehingga perlu ditambah madu sebagai pemanis agar rasanya lebih dapat ditoleransi peminumnya.

Jamu memiliki prospek yang sangat menjanjikan, dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang tinggi lebih kurang 30.000 jenis tanaman, dimana 2.500 jenis merupakan tanaman obat, Indonesia memiliki potensi besar untuk mengembangkan jamu bagi kepentingan kesehatan, produk industri, maupun pariwisata, dengan sasaran pasar dalam negeri maupun internasional. Dalam pengembangan jamu terdapat 4 sasaran yaitu a) Pengobatan dan Kesehatan; b) Kudapan minuman ringan (beras kencur, kunir asem); c) Kosmetik (lulur); d) Spa (rempah).

Industri jamu adalah industri yang memiliki aspek ekonomi, sosial dan budaya serta segala jenis bahan baku yang digunakan industri jamu 98% berasal dari dalam negeri dan sisanya saat ini sudah berhasil dibudidayakan. Industri jamu ini telah banyak memberi manfaat karena pelibatan ratusan ribu petani, pelibatan peneliti, teknologi pangan, bioteknologi, biofarmaka, dll.

Penjadualan merupakan pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi. Penjadualan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadualan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi. Tujuan penjadualan untuk meminimalkan waktu proses, waktu tunggu langganan, dan tingkat persediaan, serta penggunaan yang efisien dari fasilitas, tenaga kerja, dan peralatan. Berbagai teknik dapat diterapkan untuk penjadwalan. Teknik yang digunakan tergantung dari volume produksi, variasi produk, keadaan operasi, dan kompleksitas dari pekerjaan sendiri dan pengendalian yang diperlukan selama proses. Beberapa teknik yang sering digunakan antara lain pendekatan keseimbangan lintasan, Gantt Chart dan analisis jaringan (Srinivasan, 1989).

Penggunaan analisis jaringan dalam proses penjadualan memungkinkan pembangunan suatu pilot proyek yang bertujuan untuk menghasilkan suatu model yang dapat diperbaiki secara berkesinambungan. Hal ini dikarenakan akurasi dari rencana penjadualan yang seringkali tergantung pada akurasi dari estimasi waktu yang digunakan dalam pengembangan jadwal (Dilworth, 1993). Selain itu, proses penyusunan jaringan kerja seringkali diasosiasikan dengan metodologi manajemen proyek, terutama pada aspek perencanaan dan pengendalian. Pendapat ini disebabkan karena luasnya jangkauan dalam proses penyusunan jaringan kerja (Soeharto, 1999).

Prosedur yang telah dikembangkan berdasarkan jaringan kerja untuk mengatasi permasalahan pengelolaan suatu proyek adalah PERT (Project Evaluation and Review Technique) dan CPM (Critical Path Method), yang sebenarnya di antara keduanya terdapat perbedaan penting, yaitu: (1) CPM menggunakan satu jenis waktu untuk taksiran waktu kegiatan sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu, yaitu: prakiraan waktu teroptimis, termungkin, dan terpesimis, (2) CPM digunakan kala taksiran waktu pengerjaan setiap aktivitas diketahui dengan jelas dimana deviasi relatif kecil atau dapat diabaikan sedangkan

PERT digunakan saat taksiran waktu aktivitas tidak dapat dipastikan seperti aktivitas tersebut belum pernah dilakukan atau bervariasi waktu yang besar, dan (3) CPM digunakan untuk memperkirakan waktu kegiatan suatu proyek dengan pendekatan deterministik, sementara PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan terbagi atas empat tahap. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan, yang dilakukan secara bersamaan dengan pengumpulan informasi yang berkaitan dengan semua aktivitas proses produksi yang memenuhi standar CPOTB di salah satu industri jamu yang sudah memenuhi standar CPOTB. Tahap kedua adalah pembangunan model penjadualan dengan analisis jaringan kerja (network analysis) untuk penjadualan produksi jamu yang sesuai standar GTMMP. Tahap ketiga adalah implementasi model melalui proses pengumpulan data mengenai proses produksi jamu, jenis aktivitas beserta durasinya, dan data-data lain didapat dari bagian produksi di beberapa perusahaan jamu yang telah memenuhi standar GTMMP pada proses produksinya. Tahap keempat adalah analisis jaringan untuk menentukan jadwal produksi jamu.

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa data jenis jamu, urutan proses, waktu proses, dan sumberdaya setiap proses. Urutan proses mengacu pada prosedur CPOTB. Data primer diperoleh dari survey ke pabrik jamu yang telah menerapkan dan memperoleh sertifikat GTMMP. Data sekunder diperoleh dari sumber-sumber data sekunder seperti Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Badan Standarisasi Nasional (BSN).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan

Industri jamu kecil (IKOT) yang akan beroperasi memproduksi jamu untuk didistribusikan ke masyarakat harus mendapatkan izin operasi dari BPOM. Pemohon izin terlebih dahulu melakukan registrasi produk sesuai spesifikasinya. Proses registrasi dilakukan setelah semua prasyarat dipenuhi, seperti: Pengisian form registrasi, yang dilengkapi lampiran data anggaran investasi (secara lengkap menggambarkan semua aspek pembiayaan produksi yang direncanakan), dokumen lay-out bangunan prasarana produksi yang memenuhi syarat pembuatan obat tradisional yang baik. Pada periode evaluasi semua dokumen tersebut dievaluasi, apabila tidak terdapat kekurangan atau lolos dari evaluasi maka proses selanjutnya adalah dilakukan inspeksi untuk verifikasi kesesuaian dokumen dengan fakta di lapangan. Untuk tugas ini BPOM menyerahkan kepada satu Biro dari Department Kesehatan bidang Quality Assurance yang berkaitan dengan pembuatan obat tradisional, untuk melakukan pengujian terhadap kelayakan bangunan, lokasi, peralatan, sumberdaya manusia, laboratorium pengendalian mutu, metode pada setiap tahapan pembuatan produk dari awal sampai akhir. Apabila ada satu item pengujian yang tidak lolos verifikasi, maka pemohon diberi waktu untuk memperbaikinya dan melakukan permohonan peninjauan kembali untuk dilakukan pengujian pada item yang belum lulus, sampai diperoleh kelulusan semua item dalam persyaratan. Proses tersebut memerlukan waktu yang lama, bahkan lebih dari 2 tahun. Pemberian izin produksi menuntut komitmen dari pelaksanaan proses produksi, yang dimulai dari persiapan tempat dan alat produksi dan pengujian mutu yang memenuhi syarat sebagai mana terlihat pada proses pemberian izin yang memerlukan proses quality

assurance. Setelah izin didapat, komitmen berlanjut pada proses produksi. Komitmen dapat menjamin bahwa:

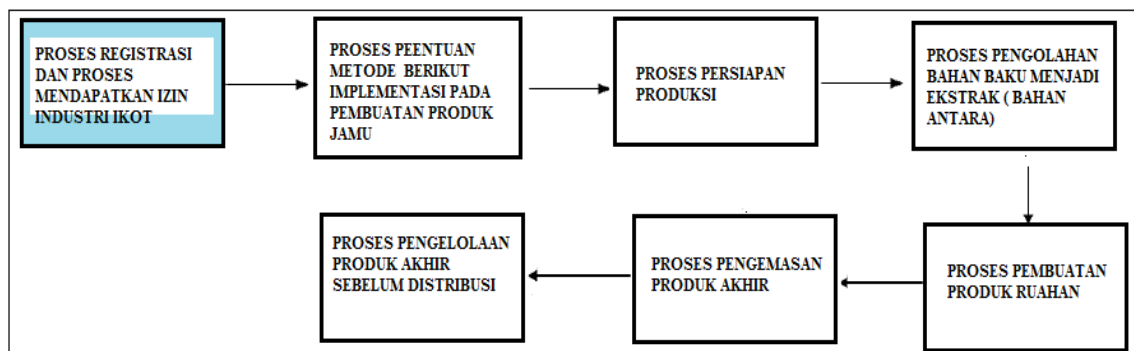
- Produk yang dihasilkan adalah aman dikonsumsi sesuai dengan petunjuk pemakaian pada label luar produk akhir.
- Benar bahwa produk mempunyai khasiat sesuai peruntukannya.
- Informasi bobot dan kandungan zat aktif produk sesuai dengan label kemasan luar.
- Ketahanan produk sesuai dengan tanggal kedaluwarsa yang tertulis pada label kemasan luar.

Penerapan CPOTB diharapkan dapat menjamin keberhasilan pembuatan produk jamu dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sehingga produk yang dibuat tidak mengalami kegagalan yang berisiko pada kerugian material pemilik industri akibat penarikan produk yang sudah beredar tersebut sampai risiko terbesar berupa pencabutan izin operasi. Untuk tujuan itu perlu diperhatikan tiga faktor berikut:

- 1) Pengetahuan yang benar mengenai pengolahan produk.
- 2) Teknik pengolahan produk yang tepat
- 3) Pencegahan terhadap pencemaran produk antara maupun produk ruahan, baik yang datang dari luar atau cemaran silang akibat penggunaan alat atau wadah yang sama pada betss yang berbeda. Permasalahan itu dapat diatasi melalui:
 - i) Penjagaan terhadap sanitasi dan kebersihan tempat produksi
 - ii) Kebersihan alat produksi dan wadahnya
 - iii) Pemisahan tempat maupun wadah produk antara/ ruahan dan pencatatan nomor betss produk (bahan antara maupun bahan ruahan) secara cermat.
 - iv) Pengendalian dan pengawasan mutu, mulai dari pemilihan bahan baku, sampai dengan penyimpanan produk akhir sebelum didistribusikan. Pada proses tersebut produk antara dan ruahan dikarantina sebelum dilakukan uji mutu, di mana tempat karantina harus mempunyai sanitasi baik, wadah dinomori sesuai nomor betss produk dan dijaga kebersihannya.
- 4) Aspek dokumentasi yang baik pada rangkaian kegiatan pembuatan jamu adalah hal yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan sertifikasi CPOTB dari badan berwenang.

4.2. Pemodelan Jadwal Proses Produksi Jamu Berdasarkan CPOTB

Berdasarkan informasi yang berkaitan dengan proses produksi jamu (diagram alir proses produksi) dari berbagai industri jamu dan panduan CPOTB dari BPOM, maka dapat dibuat model network pilot proyek produksi jamu yang mengikuti CPOTB. Secara umum proses implementasi cara produksi obat tradisional yang baik dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram blok di bawah ini.



Gambar 1. Diagram blok proses produksi jamu dengan CPOTB

Pada penelitian ini, struktur model penjadwalan produksi membatasi pada produk jamu ekstrak meliputi enam aspek kegiatan utama yaitu:

1. **Penentuan metode dan implementasi pembuatan sediaan jamu ekstrak** yang dibuat: Bentuk sediaan jamu berbahan ekstrak dapat berupa kapsul, kaplet atau cairan. Berdasarkan hal tersebut, dibuat spesifikasi metode pembuatan secara terperinci sesuai spesifikasi dari produk akhir.
2. **Persiapan Proses Pengolahan**, yang terdiri atas:
 - i) Persiapan catatan pengolahan produk: Menyiapkan nomor bets untuk setiap output pengolahan, mulai dari bahan baku sampai produk ruahan, dengan sistematisa penomoran bets yang memudahkan penelusuran riwayat produk, form pelaporan hasil uji mutu di setiap tahapan produksi, form laporan setiap proses produksi dimulai dari proses persiapan bahan baku yang memerlukan tanda tangan petugas penanggung jawab di setiap tahapan sehingga diteruskan ke proses berikutnya yang juga ditandatangani penanggung jawab di bagian tersebut, sampai ke proses di tahap akhir produksi.
 - ii) Persiapan bahan baku yang pengerjaannya disesuaikan dengan panduan CPOTB. Tahap Persiapan bahan baku meliputi sejumlah kegiatan seperti: Pengelolaan bahan baku, pengeringan bahan baku, pengendalian mutu dan pengawasan bahan baku.
 - iii) Persiapan Tempat pengolahan (Kebersihan dan sanitasi tempat pengolahan).
 - iv) Persiapan peralatan dan wadah (Kebersihan wadah dan peralatan).
3. **Proses pengolahan bahan baku** menjadi produk ruahan yang pengerjaannya disesuaikan dengan panduan BPOM. Proses pengolahan adalah bagian dari siklus produksi, yang dimulai dari penimbangan bahan baku sampai menghasilkan produk ruahan. Produk ruahan adalah produk yang dapat diolah lanjut untuk menghasilkan ekstraksi atau dapat langsung dikemas setelah lolos dari proses pengujian mutu. Tahap pengolahan bahan baku menjadi produk ruahan meliputi:
 - i) Penimbangan bahan baku
 - ii) Peracikan formula jamu
 - iii) Pembuatan produk ruahan yang meliputi berbagai tahapan proses, seperti: pengeringan, pencampuran produk antara berikut karantinanya sampai pada produk dinyatakan lulus pada proses uji pengendalian dan pengawasan mutu.
4. **Proses pengolahan produk ruahan** yang mengacu pada substansi, maksudnya produk ruahan dapat diolah menjadi ekstrak yang kemudian dipresentasikan dalam berbagai bentuk seperti: cair, kaplet, kapsul yang tentunya memerlukan proses tambahan. Produk ruahan yang tidak mengalami proses ekstraksi dapat disajikan dalam bentuk serbuk yang dikemas, atau cairan yang dikemas. Kegiatan pada proses ini meliputi:
 - i) Pembuatan substansi jamu ekstrak dan pengendalian mutu dan pengawasan pada selama proses ekstraksi.
 - ii) Pembuatan sediaan jamu dan pengendalian serta pengawasan mutu sebelum dikemas.
5. **Proses Pengemasan** bentuk penyajian jamu (kaplet, kapsul, cairan) dapat dilakukan setelah produk ruahan lolos proses uji mutu sesuai spesifikasi yang ditetapkan pada label kemasan produk. Informasi pada label produk penting dijaga kebenarannya karena dari sini dapat dilakukan pengujian kesesuaian antara apa yang tercantum pada label dan kandungan zat aktif pada produk pada proses evaluasi produk yang beredar di masyarakat oleh berbagai pihak. Kesalahan atau ketidaksesuaian hasil pengujian dengan informasi pada label dapat berakibat pada penarikan produk yang sudah didistribusikan ke masyarakat, yang tentunya sangat merugikan. Tahap pengemasan meliputi kegiatan:
 - i) Pengadaan bahan pengemas yang sudah dipastikan sesuai peruntukannya sebagai pengemas produk akhir barang konsumsi obat-obatan. Produk pengemas dirancang

- selain untuk memberikan informasi juga melindungi zat bermanfaat pada produk dari kerusakan. Tenggang waktu dari kemasan dapat melindungi isi di dalamnya sedikitnya sama seperti tanggal kedaluwarsa yang tercantum pada kemasan.
- ii) Verifikasi informasi perlu dilakukan pada kemasan produk akhir yang akan dipasang pada mesin filling untuk memastikan tidak adanya kesalahan penulisan informasi. Informasi pada kemasan harus sesuai dengan pelaporan hasil uji mutu produk, hasil laboratorium uji kandungan jamu, pengecekan nomor bets produk berikut tanggal pembuatan dan kedaluwarsa, penimbangan bobot produk akhir. Di mana semua kegiatan tersebut dikerjakan berdasarkan sampling. Jika ternyata
 - iii) Filling produk ruahan dan produk pengemas berlabel ke mesin pengemas
 - iv) Proses administrasi akhir: Penghitungan jumlah produk jadi menurut satuan pengepakannya, pendataan produk akhir sebelum disimpan di gudang sebelum didistribusikan.
6. Tahap Penyimpanan produk akhir ke gudang sebelum didistribusikan meliputi:
- i) Proses verifikasi kondisi gudang penyimpanan dari aspek: kebersihan, sanitasi, ketersediaan tempat.
 - ii) Proses pengiriman, dari bagian produksi ke bagian pergudangan.
 - iii) Proses pencatatan inventori produk akhir ke gudang.
7. **Dokumentasi kegiatan** yang menyertakan aktifitas pengendalian dan pengawasan mutu dari awal pembuatan sampai produk jadi. Dokumentasi untuk sertifikasi memerlukan kegiatan administrasi yang meliputi aspek pencatatan dan pelaporan mengenai:
- i) Dokumentasi dari kebersihan dan sanitasi tempat produksi
 - ii) Dokumentasi dari kebersihan alat produksi: tenaga pelaksana, mesin pemrosesan.
 - iii) Dokumentasi yang merekam system pengendalian mutu dan pengawasannya, hasil pengendalian mutu apakah sesuai spesifikasi produk yang tercantum pada label produk akhir, SDM yang terlibat dalam proses tersebut.

4.2.1 Data diagram network Jamu

Setelah struktur model ditentukan yang meliputi, jenis sediaan jamu, proses utama pembuatan substansi jamu berikut bentuk sediaananya dan dokumentasi aspek pendukung CPOTB maka tahapan analysis berikutnya adalah menyediakan data untuk setiap kegiatan pada model penjadwalan produksi. Data yang diperlukan secara umum berupa data network proses produksi jamu dikelompokkan atas tiga bagian, yaitu:

1. Data representasi kegiatan dalam sebuah network berupa pasangan label simpul yang menunjukkan pada label simpul berapa sebuah kegiatan dimulai dan pada label simpul berapa suatu kegiatan diakhiri.
2. Data durasi semua kegiatan yang terdapat pada network proses produksi jamu.
3. Data pelengkap seperti jumlah tenaga kerja pada setiap kegiatan berikut kualifikasi sumber daya manusia yang terlibat pada proses produksi dan data biaya pada setiap kegiatan.

4.2.2 Data Representasi Kegiatan dalam Sebuah Network

Representasi semua kegiatan dalam sebuah network memerlukan suatu representasi yang memungkinkan untuk dilakukan komputasi menggunakan pemrograman komputer. Untuk maksud tersebut pada bagian ini dijelaskan bagaimana data representasi kegiatan sebuah network yang berupa pasangan label simpul kejadian dimulai dan diakhirinya sebuah kegiatan dapat dinyatakan sebagai data larik 2 dimensi, (i, j) .

Contoh berikut menjelaskan bagaimana pembentukan data label simpul network diperoleh. Misalnya pengguna bermaksud mengisikan data 10 kegiatan $i = 1, 2, \dots, 10$ (diberi

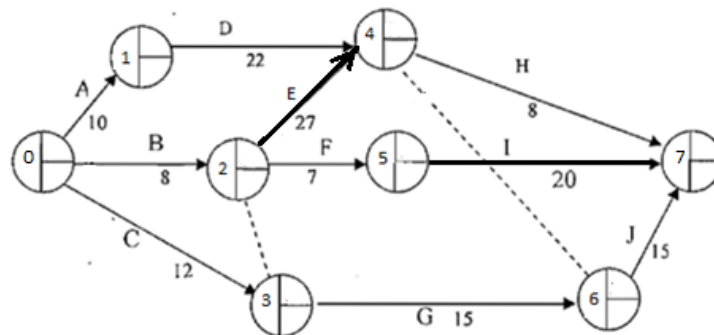
nama A sampai dengan J). Untuk itu diperlukan data kegiatan yang secara langsung merupakan kegiatan sebelumnya dan data kegiatan yang secara langsung merupakan kegiatan berikutnya di setiap kegiatan i. Tabel berikut dengan tiga kolom pertama adalah hasil pengisian dari pengguna sedangkan data pada kolom ke-empat yang berisi data Label kegiatan (i, j) dihasilkan melalui sebuah algoritma.

Tabel.1 Pengisian data label kegiatan dalam proyek

Kegiatan i	Kegiatan sebelum i	Kegiatan sesudah i	Label kegiatan (i, j)
1=A	- = 0	D = 1	(0 , 1)
2=B	- = 0	E,F = 2	(0 , 2)
3=C	- = 0	G = 3	(0 , 3)
4=D	1(A) = 1	H = 4	(1 , 4)
5=E	2(B) = 2	H = 4	(2 , 4)
6=F	2(B) = 2	I = 5	(2 , 5)
7=G	3(C) = 3	J = 6	(3 , 6)
8=H	4(D), 5(E) = 4	- =7	(4, 7)
9=I	6(F) = 5	- =7	(5 ,7)
10=J	7(G) = 6	- =7	(6,7)

Pembentukan label sebagaimana terdapat pada kolom terakhir table tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: Penentuan label simpul pada network mengikuti cara sebagai berikut: Urut kegiatan 1 sampai yang terakhir, tentukan kegiatan pendahulu, beri nomor urut mulai 0 sampai dengan. m, kalau sama beri nomor sama, juga urut kegiatan berikutnya dan beri nomor urut 1 sampai dengan n, pasangan label menentukan identitas kegiatan dibentuk dengan cara membuat pasangan terurut nomor urut kegiatan pendahulu dan kegiatan berikutnya pada baris kegiatan i. Sehingga data nomor kegiatan i, data kegiatan sebelum i dan data nomor kegiatan sesudah i dapat diisi oleh pengguna menggunakan aturan tersebut. Terlihat di contoh itu diperlukan label simpul 0 sampai 7 untuk 10 buah kegiatan berbeda.

Gambar diagram network untuk 10 kegiatan yang diisikan dari table input kegiatan ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 2. Representasi network 10 kegiatan berdasarkan informasi kegiatan pendahulu dan pengikut

4.2.3 Data Durasi Kegiatan pada Network

Seringkali data pada bagian 2 dan 3 di atas tidak dapat tersedia secara langsung, sehingga memerlukan sebuah proses estimasi yang tingkat akurasi bergantung pada pengetahuan yang dimiliki manajer produksi jamu.

Estimasi durasi pengeringan seluruh bahan baku: $E(D_{ij}) = (\text{frekuensi pengoperasian} = \text{jumlah bahan baku} / \text{kapasitas mesin pengering}) \times (\text{waktu 1 kali pengoperasian dalam jam})$. Jika diinginkan pihak department produksi dapat mengkonversi biaya pengeringan per satuan berat basah, atau biaya pengeringan untuk menghasilkan persatuan berat bahan kering, juga waktu pengeringan bahan basah per satuan berat atau waktu yang diperlukan menghasilkan persatuan berat bahan kering. Data waktu dan biaya proses pengeringan dapat disimpan dalam sebuah file basis data, yang dapat diperbarui apabila terjadi perubahan yang signifikan atau penyesuaian harga karena faktor waktu. Estimasi biaya tanpa mesin: bergantung pada panas Matahari dan luas area pengeringan, jumlah tenaga pelaksanaan proses pengeringan. Estimasi durasi pengeringan seluruh bahan baku bergantung pada panas Matahari yang berfluktuasi menurut cuaca dan luas area pengeringan.

Pada akhir penetapan nilai estimasi baik untuk biaya maupun durasi ditetapkan pula nilai toleransinya, misalnya $\pm 5\%$ dari nilai estimasi, sehingga nilai estimasi biaya = berada pada kisaran: $E(c_i) \pm 5\% E(c_i)$ dan nilai estimasi waktu pengerjaan kegiatan (i, j) berada pada kisaran: $E(D_{ij}) \pm 5\% E(D_{ij})$.

Contoh berikut menjelaskan bagaimana estimasi biaya pada proses pengendalian dan pengawasan mutu pada suatu tahapan pembuatan jamu. Biaya pada kegiatan tersebut bergantung pada:

1) Jenis kegiatan uji mutu yang ditentukan oleh: metode pengujian yang sesuai untuk output uji yang diharapkan, alat untuk pengujian yang berimplikasi pada biaya perawatan alat uji setiap satu prosedur pengujian. Bahan habis pakai untuk pengujian berimplikasi pada biaya pengadaan bahan habis pakai, tenaga yang berkompotensi melakukan pengujian yang memerlukan honor jasa, tempat (laboratorium) pengujian yang memerlukan biaya perawatan. Alokasi waktu untuk satu kali prosedur pengujian pada satu replikasi yang menentukan besarnya honor dibayarkan kepada tenaga laborant.

2) Metode pengambilan sampel: Menentukan banyaknya replikasi dalam sampel pengujian yang menentukan komponen lain biaya barang habis pakai, waktu yang diperlukan untuk melakukan pensampelan (jika memerlukan waktu signifikan lama) yang menentukan biaya juga honor dibayarkan kepada tenaga laborant.

3) Kegiatan dokumentasi hasil pengujian dan pengawasan mutu: Memerlukan biaya honor untuk staf administrasi, yang besarnya dihitung menurut volume, jenis dan waktu pekerjaan administrasi.

4.2.4 Solusi Dengan Metode PERT

Penyusunan jadwal dengan melibatkan tiga nilai estimasi dari durasi setiap kegiatan dikenal sebagai metode PERT (Project Evaluation and Review Technique). Ketidakpastian penentuan durasi setiap kegiatan dalam metode PERT dicerminkan dengan tiga nilai estimasi yaitu waktu optimistis, waktu yang paling mungkin dan waktu pesimistis dari durasi setiap. Ketiga nilai ini diperoleh berdasarkan pengalaman manajer produksi dalam memperkirakan lamanya waktu proses sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya. Berikut ini adalah prosedur metode PERT untuk mendapatkan solusi analisis network:

1. Representasi data network berupa pasangan (i, j) untuk setiap kegiatan yang terlibat dan representasi grafis berupa (diagram anak panah) dari semua aktifitas dalam suatu proyek
2. Perkiraan durasi setiap kegiatan berupa waktu tercepat (optimistis) a, waktu terlama b (pesimistis) dan waktu yang paling mungkin terjadi (ekspektasi) m. Sehingga dengan tiga perkiraan itu, distribusi durasi suatu kegiatan dapat diasumsikan mengikuti distribusi normal. Dengan parameter distribusi adalah: rerata durasi dari setiap kegiatan:

$$\frac{(a+4m+b)}{6} \text{ dan } \sigma_{ij}^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$$

yaitu variasi dari durasi untuk setiap kegiatan.

3. Menghitung nilai ES_i dan σ_{ES_i} waktu mulai tercepat di setiap simpul menggunakan formula: $ES_i = \max \{ES_{<i} + D_{<i,i}\}$ dan $\sigma_{ES_i} = \sqrt{\sum \sigma^2_{(<i,i)}}$, deviasi standard durasi kegiatan yang menuju simpul i.
4. Menghitung LC_j , waktu selesai paling lambat di setiap simpul secara mundur dengan formula: $LC_j = \min \{LC_{>j} - D_{(j,>j)}\}$.
5. Menghitung nilai waktu sisa (slack) di setiap simpul dengan formula:

$$SL_j = LC_j - ES_j$$

Mendapatkan jalur kritis diagram network dengan asumsi untuk simpul i berlabel lebih kecil daripada simpul j dipenuhi:

$$SL_i = LC_i - ES_i = SL \text{ simpul terakhir}$$

$$SL_j = LC_j - ES_j = SL \text{ simpul terakhir}$$

$$ES_j - ES_i = SL_j - SL_i = D_{ij}.$$

SL simpul terakhir diambil = 0, karena pada simpul akhir nilai LC diambil sama dengan nilai ES-nya. Selain itu nilai SL dapat bernilai positif jika semua pekerjaan yang berakhir di simpul i atau j selesai lebih awal dari waktu paling lambat yang diperbolehkan (karena tidak berakibat pada penundaan waktu penyelesaian kegiatan kritis), bernilai 0 jika semua pekerjaan yang berakhir di simpul i atau j selesai tepat sama dengan waktu paling lambat yang diperbolehkan dan bernilai negatif jika semua pekerjaan yang berakhir di simpul i atau j selesai lebih lambat dari waktu paling lambat yang diperbolehkan.

- 4) Menghitung nilai $x(k)$ sedemikian hingga probabilitas selesainya semua kegiatan di simpul k sesuai atau sebelum jadwal adalah:

$$P(ES_i \leq Jd(i)) = P(Z \leq x(i)) = \int_{-\infty}^{x(i)} n(0,1)dt \text{ dengan } x(i) = \frac{Jd(i) - ES_i}{\sigma_{ES_i}}$$

4.2.5 Solusi Dengan Metode CPM

Selain nilai ES_i di setiap simpul, nilai LC_j di setiap simpul sebagaimana yang terdapat pada metode PERT diperlukan juga:

1. Nilai LS_{ij} , kegiatan (i, j) dihitung dengan formula:

$$LS_{ij} = LC_j - D_{ij}$$
2. Nilai EC_{ij} , waktu tercepat menyelesaikan kegiatan (i, j) dihitung dengan formula:

$$EC_{ij} = ES_i + D_{ij}$$
3. Nilai TF_{ij} , Total float dari kegiatan (i, j) dihitung dengan formula:

$$TF_{ij} = LC_j - ES_i - D_{ij} \text{ atau}$$

$$TF_{ij} = LC_j - EC_{ij} \text{ atau}$$

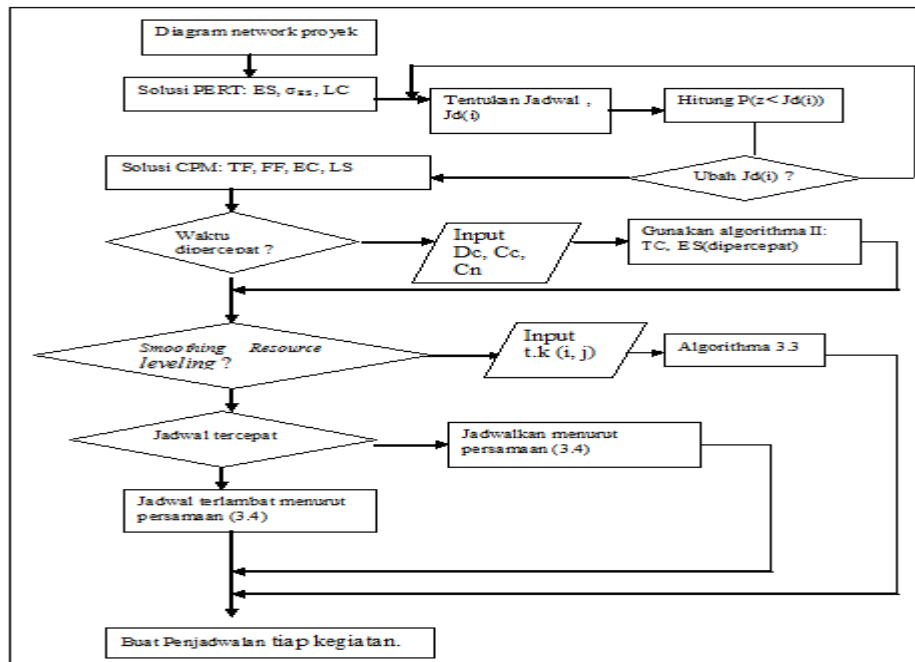
$$TF_{ij} = LS_{ij} - ES_i.$$
4. Nilai FF_{ij} free float dari kegiatan (i, j) dihitung dengan formula:

$$FF_{ij} = ES_j - ES_i - D_{ij} \text{ atau}$$

$$FF_{ij} = ES_j - EC_{ij}.$$

4.2.6 Penggabungan Solusi CPM dan PERT

Metode analisis jaringan kerja PERT dan CPM digunakan dalam satu kerangka kerja untuk menghasilkan jadwal kegiatan sesuai kebutuhan. Output dari Metode PERT dijadikan input dari metode CPM yang nantinya digunakan kembali bersama output dari metode CPM untuk menyusun jadwal kegiatan. Sebuah diagram alir penggabungan kedua metode ini akan diberikan gambar berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Jadwal Kegiatan Dengan PERT dan CPM.

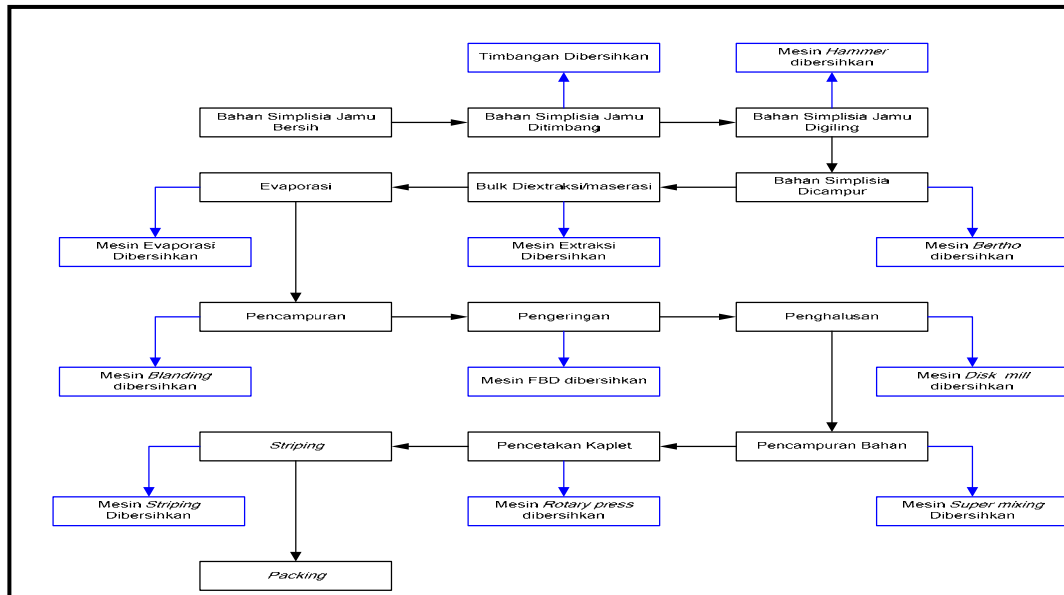
Pada gambar diatas terlihat bahwa aliran proses dapat dimulai setelah data dari tiga nilai awal untuk estimasi durasi setiap kegiatan beserta seluruh relasi antar kegiatan diinput ke program. Pada diagram alir di atas terdapat proses penentuan jadwal di setiap simpul. Perincian proses tersebut adalah sebagai berikut: Data nilai ES dan LC untuk setiap simpul yang diperoleh dari proses metode PERT akan digunakan untuk mengisi nilai variabel $Jd(i)$, yaitu variabel yang menampung batas waktu penyelesaian di suatu tahapan i (simpul i). Nilai $Jd(i)$ diinput secara manual dengan menggunakan variabel x , dengan nilai $x < 0$, $x = 0$ atau $x > 0$. Jika $x < 0$ berarti perkiraan batas waktu selesainya pekerjaan di tahap i lebih awal dari perkiraan waktu tercepatnya untuk memulai tahap berikutnya (ES_i). Jika $x = 0$ berarti perkiraan batas waktu selesainya pekerjaan tahap i bersamaan dengan perkiraan waktu tercepatnya untuk memulai tahap berikutnya (ES_i). Khusus untuk $x > 0$ yang biasanya $x \leq LC$, berarti perkiraan batas waktu selesainya pekerjaan di tahap i lebih awal atau bertepatan dengan perkiraan waktu terlambat untuk menyelesaikan tahap i (LC_i). Selanjutnya nilai $Jd(i)$ akan digunakan untuk menghitung probabilitas dapat ditepatinya jadwal di setiap simpul i .

Kemudian keputusan apakah dilakukan perubahan jadwal batas akhir penyelesaian suatu tahapan dilandasi oleh perbandingan hasil penghitungan peluang ditepatinya jadwal itu dengan batas bawah dari peluang tersebut. Batas bawah nilai peluang ini mungkin dapat ditetapkan sendiri oleh pihak yang berkompeten dengan proyek yang akan dikerjakan misalkan $P = 0.5$. Batas bawah nilai peluang (P) ini dapat bervariasi (P_i), disesuaikan dengan kondisi dari kegiatan yang didefinisikan berakhir di tahapan i (simpul i). Apabila kondisi nilai peluang yang ditetapkan telah terpenuhi maka proses selanjutnya akan dijalankan dengan prosedur yang terdapat di dalam metode CPM, guna menentukan jadwal yang diinginkan.

4.2.7 Implementasi Model

Implementasi dilakukan pada jamu kaplet hasil produksi PT.X. Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan standar spesifikasi yang telah ditentukan jika produk tersebut tidak sesuai maka produk tidak dapat masuk kepasar. Berikut ini adalah alur proses

produksi produk jamu kaplet dengan cara pembuatan obat yang baik. Dimulai dari bahan baku sampai produk jadi serta Packing.



Keterangan: Kotak biru merupakan kegiatan implementasi CPOTB

Gambar 6. Diagram Aliran Proses Produksi Jamu Kaplet Dengan Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik

Berdasarkan diagram alir proses dibangun analisis jaringan proses produksi jamu kaplet seperti pada tabel 2.

Pada network kegiatan di atas, simpul bernomor 22 menunjukkan ujung dari semua kegiatan yang berkaitan dengan “membersihkan alat”. Nomor 22 dipilih karena kegiatan tersebut tidak mempunyai waktu dead line penyelesaiannya, sehingga untuk memudahkan dianggap dapat diselesaikan sampai akhir proses pengolahan produk. Pembuatan representasi kegiatan menggunakan pasangan simpul (i, j) dilakukan dengan mengisi kolom kegiatan pendahulu dan kolom kegiatan pengikut terlebih dahulu. Setelah itu baru pengisian nomor simpul (i) untuk memulai dan j untuk mengakhiri kegiatan tertentu. Pengisian kolom i (penanda dimulainya suatu kegiatan) dilakukan dengan mengurutkan mulai dari angka 0 (Start), sedangkan pengisian pada kolom j (penanda diakhirinya suatu kegiatan) dimulai dari angka1. Angka yang sama diberikan pada kegiatan pendahulu atau kegiatan pengikut yang jenisnya sama. Sehingga setiap kegiatan dapat dinyatakan sebagai pasangan simpul (i, j) dengan $i < j$ yang terdaftar pada kolom (i, j). Selanjutnya data durasi kegiatan dapat menggunakan notasi D_{ij} . Pengerjaan seperti ini akan memudahkan dalam membangun algoritma dalam analisis network dari kegiatan. Nilai durasi D_{ij} setiap kegiatan (i, j) dapat diinput oleh user setelah diperoleh data representasi simpul dari semua kegiatan.

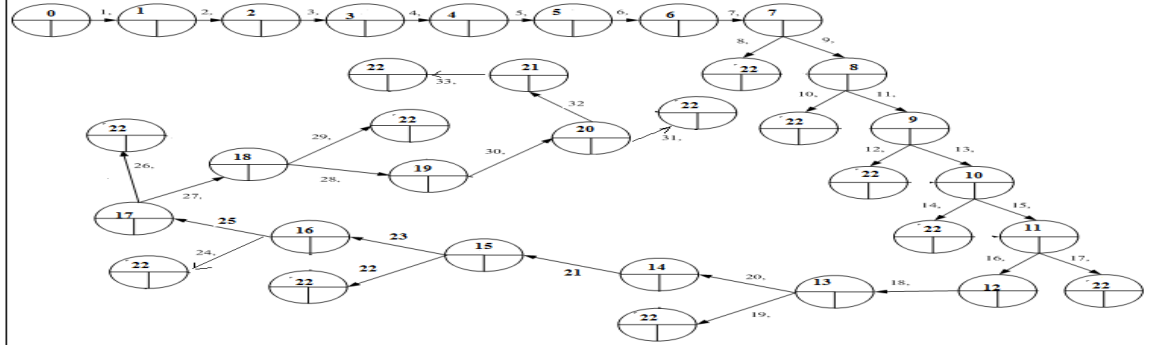
Tabel 2. Data Waktu Pengolahan Produk Jamu Kaplet di PT. MS.

No.	Aktivitas	Waktu Optimistisk (Menit)	Waktu Normal (Menit)	Waktu Pesimistik (Menit)
1	Mendatangkan Bahan Baku	1440	1440	1440
2	Pemeriksaan Bahan Baku (QC)	10	20	30
3	Sortir Bahan Baku	400	420	440
4	Mencuci Bahan Baku	400	420	440
5	Mengeringkan Bahan Baku	660	660	660
6	Pemeriksaan Kadar air(QC)	10	20	30
7	Menimbang Bahan Baku	25	30	35
8	Membersihkan Timbangan	3	5	7
9	Menggiling Bahan Baku(<i>mixing</i> I)	180	210	240
10	Membersihkan mesin Giling	17	20	23
11	Bahan Baku giling dicampur(Bertho)	25	30	40
12	Membersihkan Mesin Bertho	15	20	30
13	Ekstraksi Bahan Baku	420	420	420
14	Membersihkan Mesin Ekstraksi	60	90	120
15	Evaporasi (Penguapan)	240	240	240
16	Cek Kekentalan (QC)	7	10	15
17	Membersihkan Mesin Evaporator	10	15	20
18	Pencampuran Bahan Baku (<i>mixing</i> II)	10	15	20
19	Membersihkan Mesin Mixer	20	30	40
20	Mengeringkan Bulk (FBD)	570	600	660
21	Cek kadar air dan mikro(QC)	1440	2880	2880
22	Membersihkan Mesin FBD	60	80	90
23	Menghaluskan (<i>dist</i> mill)	60	90	120
24	Membersihkan Mesin Dist mill	15	30	40
25	Pencampuran (<i>mixing</i> III)	8	10	15
26	Membersihkan mesin Super Mixer	15	20	30
27	Pencetakan (Rotary)	240	270	300
28	Cek ALL (QC)	1440	2880	2880
29	Membersihkan Mesin Rotary	8	10	15
30	Striping Kaplet	300	360	420
31	Membersihkan Mesin Striping	8	10	15
32	Pengecekan QC (mikro)	1440	2880	2880
33	Pengepakan (<i>Packing</i>)	300	330	360

Tabel 3. Data Aktivitas Pada Proses Produksi Jamu Kaplet

No	Aktivitas	Aktivitas Penda hulu	i	Aktivitas Pengiku t	j	Pasanga n simpul (i, j)	D _{ij}
1	Mendatangkan Bahan Baku	(Start)	0	1	1	(0, 1)	D _{0,1}
2	Pemeriksaan Bahan Baku (QC)	1	1	3	2	(1, 2)	D _{1,2}
3	Sortir Bahan Baku	2	2	4	3	(2, 3)	D _{2,3}
4	Mencuci Bahan Baku	3	3	5	4	(3, 4)	D _{3,4}
5	Mengeringkan Bahan Baku	4	4	6	5	(4, 5)	D _{4,5}
6	Pemeriksaan Kadar air(QC)	5	5	7	6	(5, 6)	D _{5,6}
7	Menimbang Bahan Baku	6	6	9	7	(6, 7)	D _{6,7}
8	Membersihkan Timbangan	7	7	22	22	(7, 22)	D _{7,22}
9	Menggiling Bahan Baku(mixing I)	7	7	10, 11	8	(7, 8)	D _{7,8}
10	Membersihkan mesin Giling	9	8	22	22	(8, 22)	D _{8,22}
11	Bahan Baku giling dicampur(Bertho)	9	8	12,13	9	(8, 9)	D _{8,9}
12	Membersihkan Mesin Bertho	11	9	22	22	(9, 22)	D _{9,22}
13	Ekstraksi Bahan Baku	11	9	14,15	10	(9, 10)	D _{9,10}
14	Membersihkan Mesin Ekstraksi	13	10	22	22	(10, 22)	D _{10,22}
15	Evaporasi (Penguapan)	13	10	16, 17	11	(10, 11)	D _{10,11}
16	Cek Kekentalan (QC)	15	11	18	12	(11, 12)	D _{11,12}
17	Membersihkan Mesin Evaporator	15	11	22	22	(11, 22)	D _{11,22}
18	Pencampuran Bahan Baku (mixing II)	16	12	19,20	13	(12, 13)	D _{12,13}
19	Membersihkan Mesin Mixer	18	13	22	22	(13, 22)	D _{13,22}
20	Mengeringkan Bulk (FBD)	18	13	21, 22	14	(13, 14)	D _{13,14}
21	Cek kadar air dan mikro(QC)	20	14	23	15	(14, 15)	D _{14,15}
22	Membersihkan Mesin FBD	20	14	22	22	(14,22)	D _{14,22}
23	Menghaluskan (dist mill)	21	15	24,25	16	(15, 16)	D _{15,16}
24	Membersihkan Mesin Dist mill	23	16	22	22	(16,22)	D _{16,22}
25	Pencampuran (mixing III)	23	16	26, 27	17	(16, 17)	D _{16,17}
26	Membersihkan mesin Super Mixer	25	17	22	22	(17, 22)	D _{17,22}
27	Pencetakan (Rotary)	25	17	28,29	18	(17, 18)	D _{17,18}
28	Cek ALL (QC)	27	18	30	19	(18, 19)	D _{18,19}
29	Membersihkan Mesin Rotary	27	18	22	22	(18,22)	D _{18,22}
30	Striping Kaplet	28	19	31, 32	20	(19, 20)	D _{19,20}
31	Membersihkan Mesin Striping	30	20	22	22	(20,22)	D _{20,22}
32	Pengecekan QC (mikro)	30	20	33	21	(20, 21)	D _{20,21}
33	Pengepakan (Packing)	32	21	(Finish)	22	(21, 22)	D _{21,22}

Berdasarkan diagram alir proses maka dapat dihasilkan network penjadwalan produksi jamu kaplet seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Network Proses Produksi Jamu Kaplet

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

- (1) Dengan pendekatan analisis jaringan (network analysis) dihasilkan suatu prosedur estimasi waktu produksi yang lebih efisien dan efektif.
- (2) Penggabungan antara teknik PERT dan CPM bertujuan untuk menghasilkan jaringan kerja yang sesuai kebutuhan. Output dari Metode PERT dijadikan input dari metode CPM yang nantinya digunakan kembali bersama output dari metode CPM untuk menyusun jadwal kegiatan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan berupa pengembangan model network untuk penentuan karakteristik jadwal, menurut kebutuhan dan kendala sumber daya yang ada, dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut (1) jadwal yang dipercepat menurut kendala biaya, (2) jumlah tenaga kerja yang diperlukan di setiap kegiatan dalam proyek menurut level optimum dan (3) jadwal kegiatan paling awal, paling lambat, di antara waktu paling awal dan paling lambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. 2011. Pola Pembiayaan Usaha Kecil (PPUK) Industri Jamu Tradisional (Pola Pembiayaan Syariah). Sumber: www.bi.go.id
- Dilworth, J.B. 1993. Production and Operation Management: Manufacturing and Services. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Dimiyati, T.T. dan A. Dimiyati. 1994. Operations Research, Model-model Pengambilan keputusan. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Mansyah, Azwir. 2011. Cara Modern Untuk Meningkatkan Produksi Jamu. Posted on June 7. Sumber: awm/L-2
- Michael D.J. and M.F.M. Stallmann. 1992. "Optimal Construction of Project Activity Network," in Proc. Decision Sciences Institute' 23. pp.1424-1426.
- Soeharto, I. 1999. Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional. Jilid 1 Jakarta: Erlangga.
- Srinivasan, B dan C.L. Sandblom. 1989. Quantitative Analysis for Business Decision. Singapore: McGraw-Hill, Inc.

- Sari,D.W. 2006 Pertumbuhan Produktivitas Sektor Industri Manufaktur Indonesia.
<http://epserv.unila.ac.id> [16 Februari 2010].
- Taha, A.H. 1995. Operations Research: An Introduction. 5th. Singapore: Prentice-Hall International, Inc. ch, pp. 449-478.